

**NASKAH PUBLIKASI**

**PRARANCANGAN PABRIK**

**PABRIK *DISODIUM PHOSPHATE HEPTAHYDRATE* DARI**  
***SODIUM CARBONATE* DAN *PHOSPHORIC ACID***  
**KAPASITAS 70.000 TON/ TAHUN**



Oleh :

GITA INDAH BUDIARTI

NIM. D500100058

Dosen Pembimbing :

1. KUSMIYATI, S.T., M.T., Ph.D.
2. KUN HARISMAH, Ph.D.

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**SURAKARTA**

**2014**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

---

Nama : Gita Indah Budiarti  
NIM : D 500 100 058  
Judul Tugas Prarancangan Pabrik : Prarancangan Pabrik *Disodium Phosphate Heptahidrate* dari *Sodium Carbonate* dan *Phosphoric Acid* Kapasitas 70.000 ton/tahun.  
Dosen Pembimbing : 1. Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D.  
2. Kun Harismah, Ph.D.

Surakarta, Maret 2014

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Kusmiyati, ST., MT., P.hD  
NIK. 683

Dosen Pembimbing II



Kun Harismah, P.hD  
NIK. 402

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



H. Sri Sunarjono, M.T., P.hD.  
NIK. 682

Ketua Jurusan



Rois Fatoni, ST., M.Sc., Ph.D  
NIK. 892

## INTISARI

Seiring dengan perkembangan pembangunan, salah satu industri yang menjanjikan di bidang Teknik Kimia adalah *disodium phosphate heptahydrate*. Saat ini di Indonesia belum ada pabrik *disodium phosphate heptahydrate* yang berdiri, maka prospek pembangunan pabrik *disodium phosphate heptahydrate* menguntungkan. *Disodium phosphate heptahydrate* banyak digunakan dalam industri kimia seperti sebagai bahan baku pada pembuatan deterjen, sebagai bahan pelunak air (*water treatment*), untuk pencelup tekstil, untuk penyamakan kulit dan bahan pada industri kertas. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang masih harus diimpor dari luar negeri dan adanya peluang ekspor yang masih terbuka, maka dirancang pabrik *disodium phosphate heptahydrate* dengan kapasitas 70.000 ton/tahun dengan bahan baku  $\text{H}_3\text{PO}_4$  3.161,9136 kg/jam dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7.468,1387 kg/jam.

*Disodium phosphate heptahydrate* dibuat dengan mereaksikan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dalam reaktor *continous stirrer tank reactor* yang dilengkapi dengan jaket pendingin pada suhu operasi  $90^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm dengan waktu reaksi 1 jam. Reaksi ini terjadi secara eksotermis. Selain *disodium phosphate heptahydrate* sebagai produk utama, didalam reaktor *batch still* juga menghasilkan gas  $\text{CO}_2$ . Pabrik direncanakan berdiri di Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur pada tahun 2017 dengan luas  $45.160 \text{ m}^2$ . Jumlah total kebutuhan air adalah 170.493 kg/ jam, air diperoleh dari sungai Bengawan Solo. Kebutuhan *steam* total adalah 10.754,951 kg/ jam, digunakan boiler dengan kapasitas 21.008.574, 073  $\text{m}^3$ / bulan. Bahan bakar pabrik yang digunakan adalah solar sebesar 26,071  $\text{m}^3$ /jam. Kebutuhan listrik pabrik sebesar 2500 kW. Listrik diperoleh dari PLN dan generator. Udara tekan diperoleh dari dua kompressor yang berkapasitas masing-masing 100  $\text{m}^3$ / jam.

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh, *Return on Investment* (ROI) sebelum dan sesudah pajak sebesar 40,73% dan 28,51 %, *Pay Out Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak selama 1,97 tahun dan 2,60 tahun, *Break-even Point* (BEP) 51,8%, dan *Shutdown Point* (SDP) 38,51%. Sedangkan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 27,46%. Jadi dari segi ekonomi, pabrik *disodium phosphate heptahydrate* ini layak untuk dipertimbangkan pendiriannya.

Kata Kunci : *disodium phosphate heptahydrate*,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang dituntut untuk giat melaksanakan pembangunan di segala bidang terutama di bidang industri. Salah satu sub industri yang sangat berperan di Indonesia adalah industri kimia. Industri kimia merupakan industri unggulan nasional yang mampu memberikan kontribusi untuk pertumbuhan ekonomi. Hal ini dibuktikan dengan data kapasitas produksi dalam negeri untuk industri kimia dari Kementerian Perindustrian Indonesia sebagai berikut (Kemenperin, 2012):

Tabel 1.1 Data Kapasitas Produksi dalam Negeri

Tahun	Kapasitas (juta ton/ tahun)
2007	37,67
2008	38,24

Sedangkan data kebutuhan industri kimia yang diekspor dan diimpor pada tahun 2007 dan 2008 adalah sebagai berikut (Kemenperin, 2012):

Tabel 1.2 Data Kebutuhan Ekspor dan Impor

Tahun	Kebutuhan Industri Kimia (Juta ton/ tahun)	
	Ekspor	Impor
2007	5,2	3,7
2008	5,36	3,8

Pertumbuhan konsumsi domestik diperkirakan akan meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi pasca 2010, pertumbuhannya sebesar 4,4% sehingga peluang produk industri kimia memenuhi pasar domestik masih terbuka luas.

Salah satu bahan kimia yang banyak dibutuhkan di industri kimia adalah *disodium phosphate*. *Disodium phosphate* adalah senyawa phosphate yang digunakan sebagai bahan baku ataupun bahan pembantu dalam industri kimia. Industri kimia yang menggunakan bahan baku *disodium phosphate* adalah industri detergen, industri tekstil, industri kertas dan lain sebagainya (Ulmann, 1999).

*Disodium phosphate* mempunyai nama lain *sodium phosphate dibasic*, *secondary sodium phosphate*, *sodium hydrogen phosphate* atau *sodium oethophosphate*. *Disodium phosphate* memiliki rumus kimia  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . Nama dagang *disodium phosphate* adalah *sodium phosphate*. Senyawa ini merupakan bahan dasar pembuatan *monosodium phosphate* ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ), *sodium tripoliphosphate* ( $\text{Na}_5\text{P}_2\text{O}_{10}$ ) dan *natrium triphosphate* ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ). *Disodium phosphate* banyak dijumpai dalam bentuk hidrat yaitu *disodium phosphate heptahydrate* ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) (Ulmann, 1999).

Dari berbagai macam kegunaan tersebut *disodium phosphate heptahydrate* menjadi suatu produk yang sangat dibutuhkan konsumen di Indonesia. Kebutuhan yang sangat besar tidak sebanding dengan produksi *disodium phosphate heptahydrate* dalam negeri. Oleh sebab itu pendirian pabrik *disodium phosphate heptahydrate*

menjadi peluang yang bagus dan menjanjikan di masa yang akan datang.

## 1.2 Tujuan Penelitian

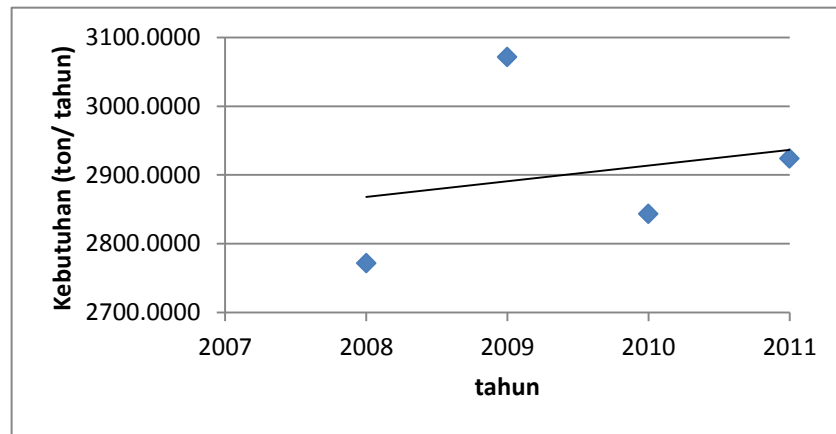
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kapasitas Rancangan

Kebutuhan ekspor dan impor *disodium phosphate heptahydrate* untuk lima tahun terakhir disajikan pada tabel berikut (Badan Pusat Statistik, 2013) :

Tabel 1.3 Data Ekspor-Impor  
*Disodium Phosphate* di Indonesia

Tahun	Kebutuhan Impor (Ton)
2008	2771,8260
2009	3071,1680
2010	2843,1350
2011	2923,7470
2012	2080,1560
2013	1185,6310



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Impor *Disodium Phosphate Heptahydrate* di Indonesia 2008-2013

Kenaikan kebutuhan impor *disodium phosphate heptahydrate* di Indonesia sesuai dengan persamaan garis lurus  $y = 22,773 - 42860$ . Dari persamaan tersebut dapat diperkirakan kebutuhan *disodium phosphate* pada tahun 2017 adalah 3073,141 ton/tahun. Menurut Faith dan Clark (1975) kapasitas perancangan yang dapat memberikan keuntungan jika pabrik *disodium phosphate heptahydrate* didirikan adalah antara 35.000 ton/ tahun - 80.000 ton/tahun. Dengan beberapa pertimbangan tersebut maka dalam perancangan pabrik *disodium phosphate heptahydrate* dipilih kapasitas sebesar 70.000 ton/ tahun. Berdasarkan pertimbangan ketersediaan bahan baku, pemasaran produk, sarana transportasi, fasilitas air, tenaga kerja, kemasyarakatan,

pembuangan limbah, energi, perpajakan, biaya konstruksi, perijinan dan kebijakan pemerintah, maka lokasi pabrik *disodium phosphate heptahydrate* ini ditetapkan di Gresik, Jawa Timur.

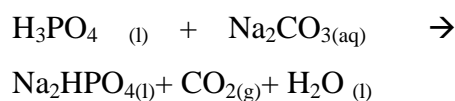
## 2.2 Proses Pembuatan $\text{Na}_2\text{HPO}_4$

Metode pembuatan *disodium phosphate heptahydrate* ada dua yaitu :

1. Pembuatan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  dengan proses kristalisasi
2. Pembuatan *disodium phosphate* dengan proses netralisasi

Dengan beberapa pertimbangan kelebihan dan kekurangan proses, maka dipilih proses pembuatan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  dengan proses kristalisasi. Hal ini karena prosesnya lebih sederhana dan tidak menggunakan katalis

sehingga dapat menekan biaya produksi. *Disodium phosphate heptahydrate* ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) dibuat dengan cara mereaksikan asam *phosphate* ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) dengan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) menggunakan perbandingan 1:1 dalam reaktor alir berpengaduk (RATB) pada fase cair dengan suhu  $90^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Kemudian hasil reaksi yang bercampur dengan pengotor dilewatkan ke filter untuk memisahkan produk dengan filtratnya. Selanjutnya produk dikristalkan dengan *crystallizer*. Lalu dimasukkan ke filter lagi untuk memisahkan kristal dengan cairan. Kemudian dimasukkan ke dalam *dryer* untuk mengeringkan produk akhir (Faith dan Clark, 1975).

## METODOLOGI PENELITIAN

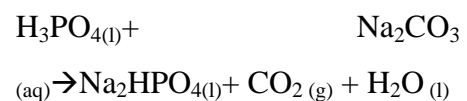
### 3.1 Tinjauan Termodinamika

Sifat reaksi eksotermik atau endotermis dan *reversible* atau *irreversible* dapat dilihat dari tinjauan termodinamika. Diketahui data  $\Delta H_f^\circ$  pada suhu 298 K sebagai berikut (Perry dan Green, 2008) :

Tabel 2.1 Data  $\Delta H_f^\circ$  pada suhu 298 K (Perry dan Green, 2008)

Komponen	$\Delta H_f^\circ$	Satuan
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	-275,13	kkal/mol
$\text{H}_3\text{PO}_4$	-309,32	kkal/mol
$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	-457	kkal/mol
$\text{CO}_2$	-94,052	kkal/mol
$\text{H}_2\text{O}$	-68,32	kkal/mol

Reaksi yang terjadi :



$$\begin{aligned} \Delta H_{f,298\text{K}} &= \Delta H_{f, \text{produk}} - \Delta H_{f, \text{reaktan}} \\ &= -39,422 \text{ kkal/mol} \\ &= -8,33 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Karena  $\Delta H_f = -8,33 \text{ kJ/mol}$  dan negatif maka reaksi berlangsung eksotermis.

Perhitungan harga ketetapan kesetimbangan

$$\Delta G^0 = -RT \ln K$$

$$\frac{d(\ln K)}{dT} = \frac{-\Delta H_r}{RT^2}$$

Keterangan :

$\Delta G^0$  : Energi bebas Gibbs standar  
( $T=298 \text{ K}$ )

$\Delta H_r$  : Panas reaksi

$K$  : Tetapan kesetimbangan

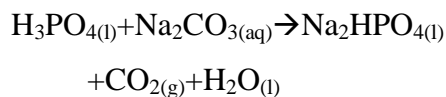
$T$  : Suhu (K)

$R$  : Konstanta gas ideal

Diketahui data  $\Delta G^0$  pada suhu 298 K sebagai berikut (Perry dan Green, 2008) :

- $\text{Na}_2\text{CO}_3 = -1048 \text{ kJ/mol}$
- $\text{H}_3\text{PO}_4 = -1129 \text{ kJ/mol}$
- $\text{Na}_2\text{HPO}_4 = -1610 \text{ kJ/mol}$
- $\text{CO}_2 = -395 \text{ kJ/mol}$
- $\text{H}_2\text{O} = -237 \text{ kJ/mol}$

Reaksi yang terjadi :



$$\begin{aligned} \Delta G^0_f &= \Delta G^0_{f \text{ produk}} - \Delta G^0_{f \text{ reaktan}} \\ &= -65 \text{ kJ/mol} \\ &= -15,5353 \text{ kkal/mol} \end{aligned}$$

Dari persamaan (2.3) dapat dicari konstanta kesetimbangan pada  $T = 298 \text{ K}$ .

$$\Delta G^0 = -RT \ln K_1$$

dengan  $R = 1,986$

$$K_1 = e^{-\frac{\Delta G^0}{RT}}$$

$$K_1 = e^{\frac{15535,53}{1,986 \cdot 298}}$$

$$K_1 = e^{26,2364}$$

$$K_1 = 2,479 \cdot 10^{11}$$

$$\frac{d(\ln K)}{dT} = \frac{-\Delta H_r}{RT^2}$$

$$\int_{K_1}^{K_2} d(\ln K) = \int_{T_1}^{T_2} \frac{-\Delta H_r}{RT^2} \cdot$$

$$\frac{\ln K}{K_1} = \frac{-\Delta H_r}{R} \left[ \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right]$$

$$\frac{\ln K}{K_1} = - \left[ \frac{-3585}{1,987} \right] \left[ \frac{1}{363} - \frac{1}{298} \right]$$

$$= -1,0841$$

$$\frac{K}{K_1} = e^{-1,0841} = 0,3382$$

$$K = 0,3382 \times K_1$$

$$= 0,3382 \times 2,4794 \cdot 10^{11}$$

$$K = 8,3848 \times 10^{10}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh harga  $K$  yang sangat besar sehingga dapat disimpulkan reaksi yang terjadi adalah *irreversible* atau searah.



### 3.2 Tinjauan Kinetika

Konstanta kecepatan reaksi pembuatan disodium phosphate yang diperoleh dari jurnal penelitian adalah sebagai berikut (Widayatno, 2003):

$$k = 238,9131 e^{(-2006,023/T)}$$

Secara kinetika reaksi pembentukan *disodium phosphate heptahydrate* akan bertambah besar dengan naiknya suhu. Reaksi ini dilakukan pada kondisi tekanan 1 atm, dengan tujuan agar larutan disodium phosphate di dalam reaktor tetap berwujud cair agar memperbesar faktor tumbukan.

### 3.3 Spesifikasi Alat Utama Proses

#### a. Centrifuge

Kode :H-110

Fungsi : Memisahkan kristal

$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dari pengotornya

Tipe : *Nozzle discharge bowl centrifuge*

Kapasitas :  
400 gpm untuk *liquid*

11 ton/ jam untuk solid

Kecepatan : 4200 rpm

Diameter : 27 in

Tenaga motor : 125 Hp

Bahan : *Carbon Steel*

Jumlah : 1 buah

#### b. Cooling Conveyor

Kode : E-110

Fungsi :Mendinginkan kristal  
sampai suhu 32°C

Tipe :*Plain spouts or chutes*

Kapasitas :185,0118 ft<sup>3</sup>/ jam

Panjang : 70 ft

Diameter : 10 in

Kecepatan putaran:16 rpm

Power : 3 Hp

Jumlah :1 buah

#### c. Evaporator

Kode : V-110

Fungsi : Memekatkan larutan  
*disodium phosphate*

Tipe :*Standart vertical tube evaporator*

Diameter : 9, 12 ft

Tinggi shell : 13,69 ft

Tebal shell : ¼ in

Tebal head : 3/16 in

Jenis tube : *Long tube*

*evaporator*

Ukuran tube : 2,5 in IPS  
*schedule 40*  
OD : 2,5 in  
ID : 2,46 in  
Panjang tube : 14 ft  
Jumlah tube : 10.375 buah  
Bahan : *Carbon Steel*  
*SA-203 Grade C*  
Jumlah : 1 buah

**d. Kristalizer**

Kode : S-110  
Fungsi : Pembentukan kristal  
*disodium phosphate*  
*heptahydrate*  
Tipe : *Swenson-walker*  
*crystallizer*  
Diameter : 6,8 ft  
Panjang : 22,66 ft  
Luas : 29.327,85 ft<sup>2</sup>/ ft<sup>3</sup>  
Power : 13 Hp  
Jumlah : 2 buah

**e. Mixer**

Kode : M-110  
Fungsi : Mengencerkan  
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dengan  
penambahan air  
proses  
Tipe : Silinder vertikal  
dengan *head* dan  
*bottom* berbentuk

*torispherical*

Bahan : *Carbon steel grade C*  
*SA-285*  
Ukuran Tangki  
Diameter : 18,98 ft  
Tinggi : 28,48 ft  
Tebal : 5/16 in  
Tutup atas: 5/16 in  
Tutup bawah : 7/16 in  
Pengaduk

Tipe : *Marine propeller*  
dengan 3 *blades* dan 4  
*baffle*

Diameter : 6,33 ft  
Kecepatan : 19,45 rpm  
Power : 17 Hp  
Jumlah : 1 buah

**f. Reaktor**

Kode : R-110  
Fungsi : Mereaksikan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>  
dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
menjadi Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>  
Tipe : *Continous Stirrer*  
*Tank Reactor*  
(CSTR)

Bahan : *Stainless steel 316*

Suhu : 90° C

Tekanan : 1 atm

Dimensi reaktor  
 ID : 103,63 in  
 OD : 108 in  
 Tinggi reaktor: 139,196 in  
 Tebal shell :  $\frac{1}{4}$  in  
 Tebal head :  $\frac{1}{4}$  in  
 Jenis pengaduk :  
*Three blade marine  
 propeller*  
 Kecepatan : 60,135 rpm  
 Daya motor : 1 Hp  
 Diameter impeller  
 : 30,73 in  
 Lebar baffle : 8,64 in  
 Jumlah : 4 buah

**g. Rotary Dryer**

Kode : B-110  
 Fungsi : Meringkakan kristal  
 dengan bantuan udara  
 panas  
 Tipe : *rotary dryer counter  
 current direct*  
 Kapasitas: 8.839,24kg/ jam  
 Jenis isolasi : Batu isolasi  
 Diameter : 0,856 m  
 Panjang : 8,325 m  
 Tebal isolasi : 4 in

Tebal shell :  $\frac{3}{16}$  in  
 Tinggi bahan : 0,423 ft  
 Sudut *rotary* :  $27,71^\circ$   
 Waktu : 72,03 menit  
 Jumlah *flight* : 3 buah  
 Power : 24 Hp  
 Jumlah : 1 buah

**3.4 Langkah Proses**

Proses pembentukan  
*disodium phosphate  
 heptahydrate* dibagi menjadi  
 5 tahapan sebagai berikut :

1. Persiapan Bahan Baku

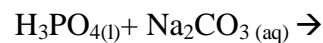
Bahan baku pembuatan  
*disodium phosphate  
 heptahydrate* adalah  
*phosphoric acid* ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) dan  
*sodium carbonate* ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).  
 Kadar  $\text{H}_3\text{PO}_4$  yang digunakan  
 adalah 50% dan kadar  
 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebesar 99,2%.  
 Bahan baku *sodium  
 carbonate* ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) berupa  
 padatan diangkut dari truk  
 pengangkut menuju silo  
 penyimpanan (F-110)  
 menggunakan *belt conveyor*

(J-110). Silo penyimpanan bersuhu 30°C dengan tekanan 1 atm. Kemudian Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> diumpankan ke *mixer* (M-110) untuk pelarutan dengan penambahan air proses sesuai dengan komposisi yang sudah ditentukan. Kondisi operasi M-110 suhu 30°C dengan tekanan 1 atm. Kondisi ini dipilih karena nilai kelarutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> terbesar pada suhu dan tekanan tersebut. H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> disimpan pada tangki penyimpan bahan baku (F-111) dengan suhu penyimpanan 30°C dan tekanan 1 atm.

## 2. Tahap Reaksi

Pada tahap reaksi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dari *mixer* (M-110) diumpankan ke reaktor (R-110) untuk bereaksi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Reaktor yang digunakan adalah Reaktor Tangki Alir Berpengaduk (RATB) yang berupa silinder tegak dengan tutup atas (*head*) berbentuk *torispherichal* yang

dilengkapi pengaduk tipe *marine three blade propeller* dan jaket pendingin. Reaksi berlangsung pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi adalah :



Hasil yang diinginkan berupa produk Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> dengan konversi sebesar 98%. Selanjutnya hasil reaksi berupa produk Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> dan sisa reaktan dipekatkan di evaporator (V-110). Sedangkan hasil samping berupa CO<sub>2</sub> ditampung pada tangki penyimpanan CO<sub>2</sub> untuk dikomersialkan.

## 3. Pembentukan Kristal *Heptahydrate*

Setelah dipekatkan di evaporator (V-110), Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> dan sisa reaktan kemudian dipompakan ke kristalizer (S-110) untuk proses pembentukan kristal *disodium phosphate heptahydrate* (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·7 H<sub>2</sub>O). Proses

pengkristalan terjadi pada kondisi operasi suhu 32°C dan tekanan 1 atm. Kemudian kristal yang terbentuk dipisahkan dengan *mother liquor* menggunakan *centrifuge* (H-110).

#### 4. Pengeringan Kristal

Hasil kristal basah berupa kristal *disodium phosphate heptahydrate* dikeringkan menggunakan *rotary dryer* (B-110). Pengeringan kristal menggunakan udara panas secara berlawanan arah. Proses berlangsung pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm. Selanjutnya kristal yang sudah kering menuju *cooling conveyor* (E-110) untuk proses pendinginan menjadi suhu 32°C. Sedangkan udara panas yang terikut padatan masuk ke *cylone* (H-111) untuk dipisahkan.

#### 5. Pengambilan Kristal

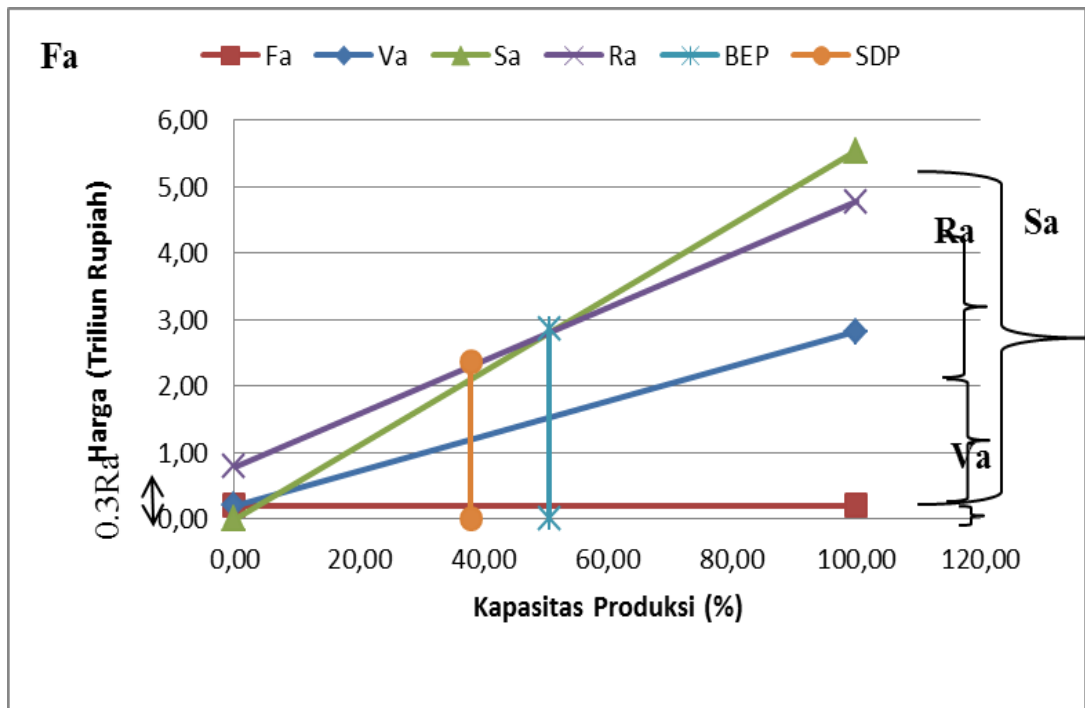
Kristal yang sudah dingin kemudian dimasukkan ke *ball*

*mill* (C-110) untuk mengecilkan ukuran sesuai dengan permintaan pasar yaitu 100 mesh. Kristal *disodium phosphate heptahydrate* kemudian disaring menggunakan *screen* (H-112) untuk penyeragaman ukuran, kristal yang tidak lolos *screen* diumpankan lagi ke *ball mill* (C-110). Kristal yang ukurannya sudah seragam dimasukkan ke silo penyimpanan produk (F-113) berupa silinder tegak dengan tutup.

### HASIL PENELITIAN

Dari hasil analisa ekonomi, nilai BEP berada pada batas minimum yang diijinkan yaitu 51% , batasan untuk pabrik kimia BEP antara 40-60%. Nilai BEP dipengaruhi oleh harga jual dan harga bahan baku, semakin tinggi selisih antara harga jual dan harga bahan baku maka nilai BEP akan semakin rendah. Nilai POT sebelum pajak berada pada batas minimum yang diijinkan yaitu maksimal 2 tahun. Nilai POT pabrik ini sebelum pajak adalah 1,83 tahun dan POT setelah pajak 2,54 tahun. Nilai DCF 29,46% di atas bunga bank yaitu 25% sehingga peluang investasinya menjanjikan,

maka pendirian pabrik *disodium phosphate heptahydrate* ini layak untuk dipertimbangkan dan didirikan.



Gambar 6.2 Grafik Analisis Ekonomi

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. *Percent Return on Investment* (ROI) setelah pajak adalah 31,29 %
2. *Pay Out Time* (POT) setelah pajak sebesar 2,54 tahun
3. *Break Even Point* (BEP) sebesar 51 %
4. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 38,02%
5. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 29,46 %

Jadi, Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* Dari *Sodium Carbonate* dan *Phosphoric Acid* dengan kapasitas 70.000 ton/ tahun **LAYAK** untuk dipertimbangkan pendiriannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S, and Newton, R.D. 1954. *“Chemical Engineering Cost Estimation”*. New York: Mc. Graw-Hill Book Co. Inc.
- Biro Pusat Statistik. 2013. *“Data Impor-Ekspor”*.  
<http://www.bps.com//>  
(diakses pada 20 Maret 2013).
- Brown, G.G. 1958. *“Unit Operation”*. Tokyo: Charles E. Tuttle Co.
- Dirjen Sumber Daya Air Pekerjaan Umum. 2013. *“Profil Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo”*. Diambil dari <http://www.dpu.go.id//>  
(diakses pada 20 Januari 2014).
- Faith, Keyes, and Clark. 1975. *“Industrial Chemical”*. 4<sup>th</sup> Edition. New York: John Willey and Sonc Inc.
- Goliath, 2012.  
[http://goliath.ecnext.com/coms2/gi\\_0199-8021863/Chemical-Engineering-Plant-Cost-Index.html](http://goliath.ecnext.com/coms2/gi_0199-8021863/Chemical-Engineering-Plant-Cost-Index.html) (diakses pada tanggal 8 Januari 2014).
- Hani, Handoko,T. 1990. *“Manajemen Personalia dan Sumber Daya Manusia”*. Jogjakarta: Liberty.
- Kemenperin. 2012. *“Pidato Kemenperin”*.  
<http://www.kemenperin.go.id//>  
(diakses pada 20 Maret 2013).
- Othmer, Kirk.1978. *“Encyclopedia of Chemical Technology vol. 23”*. 3<sup>rd</sup> Edition. New York: Mc. Graw Hill Book Company Inc.
- Perry, R.H, and Green, D. 2008. *“Perry’s Chemical Engineer’s Hand Book”*. 8<sup>th</sup> Edition. New York: Mc. Graw Hill Book Company Inc.
- Peters, M.S, and Timmerhaus. 2003. *“Plant Design and Economy for Chemical Engineer’s”*. 3<sup>rd</sup> Edition. Singapore: Mc. Graw Hill Book Company Inc.
- Severn, W.H, Degler, H.E, and Miles, J.C. 1954.”*Steam, Air and Gas Power”*. 5<sup>th</sup> Edition. New York: John Willey and Sons Inc.
- Smith, J.M, and Van Ness, H.C. 1996. *“Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics”*. New Jersey : Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Sumardo.2006. *“Prarancangan Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Sodium Carbonate dan Phosphoric Acid Kapasitas 60.000 Ton/ Tahun”*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ulmann.1999. *“Ulmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry”*. 5<sup>th</sup> Edition. Weinheim: Willey-VCH Verlag and Co. KGaA.
- US Patent. 1934. *“Making Disodium Phosphate”*. New York: The Warner Chemical Company.
- Wibowo, E,L. 2009. *“Tugas Akhir Prarancangan Pabrik Etilen Klorida dari Etilen dan Hidrogen Klorida Kapasitas 35.150 Ton/ Tahun”*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Widayatno, Tri. 2003. *“Prosiding Seminar”*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.



